

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4073509号
(P4073509)

(45) 発行日 平成20年4月9日(2008.4.9)

(24) 登録日 平成20年2月1日(2008.2.1)

(51) Int.Cl.

F I

GO2B 5/18 (2006.01)

GO2B 5/08 (2006.01)

GO2B 5/26 (2006.01)

GO2B 5/28 (2006.01)

GO2B 5/18

GO2B 5/08 A

GO2B 5/26

GO2B 5/28

請求項の数 8 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平8-294161	(73) 特許権者	390014281
(22) 出願日	平成8年11月6日(1996.11.6)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
(65) 公開番号	特開平9-171104		ゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル
(43) 公開日	平成9年6月30日(1997.6.30)		・ハフツング
審査請求日	平成15年10月31日(2003.10.31)		DR. JOHANNES HEIDEN
(31) 優先権主張番号	95117778:1		HAIN GESELLSCHAFT M
(32) 優先日	平成7年11月11日(1995.11.11)		IT BESCHRANKTER HAF
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		TUNG
			ドイツ連邦共和国、83301 トラウン
			ロイト、ドクトル・ヨハネス・ハイデンハ
			イン・ストラーセ、5
		(74) 代理人	100069556
			弁理士 江崎 光史
		(74) 代理人	100092244
			弁理士 三原 恒男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射型位相格子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透過性の間隔層(2)で分離された2つの層(I, II)を備え、これらの層(I, II)は、入射光の少なくとも一部を反射し、入射光に対峙する第一層(I)が異なった透過率と反射率が規則正しく交互に変わる領域(3.1, 3.2, 3.3, 3.4; 4.1, 4.2, 4.3, 4.4)を有する振幅格子で形成されている反射型位相格子において、高い屈折率と低い屈折率の交互に変わる多数の部分層(5, 6)から成る第二層(II)が、誘電鏡面層として形成されていることを特徴とする反射型位相格子。

【請求項 2】

第一層(I)と第二層(II)の間には、屈折率の低い第二層(II)の部分層の材料から形成される間隔層(2)が配置されていることを特徴とする請求項1に記載の反射型位相格子。

【請求項 3】

屈折率の高い部分層(5)の屈折率は1.8と3.0の間の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の反射型位相格子。

【請求項 4】

屈折率の低い部分層(6)の屈折率は1.3と1.5の間の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の反射型位相格子。

【請求項 5】

屈折率の高い部分層(5)の材料としてTa₂O₅を選ぶことを特徴とする請求項1に記

10

20

載の反射型位相格子。

【請求項 6】

屈折率の低い部分層 (6) の材料として SiO_2 を選ぶことを特徴とする請求項 1 に記載の反射型位相格子。

【請求項 7】

第二層 (II) の間に 4 ~ 7 の層の対を設けることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型位相格子。

【請求項 8】

波長 λ のビームが非垂直入射する場合、第二層 (II) の個々の部分層 (5 , 6) はそれぞれ膜厚 $d = \lambda / (4n \cdot \cos \theta_i)$ を有し、ここで n が各層の屈折率を、また θ_i が各部分層 (5 , 6) で垂線に対する屈折角であることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型位相格子。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、多数の反射層に入射する光束が一定の方法で反射して相対位相角をずらす反射型位相格子に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の反射型位相格子は、相対運動する二つの物体の相対位置を測定できる光電位置測定装置に使用するのに特に適している。位相格子は振幅格子に比べてより高い回折効率を有するという利点があることが知られている。光学系に含わせてビーム通路の位相格子を用いて、同等な振幅格子を用いて可能であるものよりも、入射部分光束の強度の著しく多くの相対成分を特定の空間方向に回折させることができる。これには、通常の位相格子は入射部分ビーム束とは反対側に階段格子を有する。しかし、階段状にパターン化された表面には、例えば汚れがステップと窪みの内にあり、そこで屈折率が変化する場合に難点がある。更に、この種のパターン化された表面は製造経費を高めなければ作製することはできない。

20

【0003】

それ故、この問題を解決するため、欧州特許第 0 160 784号明細書には、間隔を設けた二つの平坦な反射層を設け、これ等の反射層を透明な間隔層の両側に配設することを提唱している。両方の反射層の少なくとも一方を振幅格子として形成されている。可能な構成では、二つの反射層の下に透過性の鏡面層として、通常金属層で形成されている。反射でより大きな回折効果を得るため、特に下部の透過性の鏡面層の反射能をできる限り高く設計すべきである。この鏡面層に適した材料として、例えば金、銀、銅あるいはアルミニウムが考えられる。しかし、これ等の材料では、鏡面層が比較的柔らかく、この鏡面層の上に配設される層の付着を悪くすることが不利となっている。これに反して、透過性の下部鏡面層を材料、例えばクロムあるいは窒化チタンのような材料であるより硬い層を選び、これ等の層が信頼性のある層構造あるいは良好な付着性を保証するなら、比較的小さい反射能を甘受している。従って、回折効果は十分ではない。

30

40

【0004】

更に、出版物 “High-efficiency multilayer dielectric diffraction gratings” by M. D. Perry et al. in Optics Letters, Vol. 20, No. 8, April 15, 1995, pp. 940-942 により、反射層が多数の誘電部分層の集合体で構成されている反射型位相格子が知られている。屈折率の高いものと低いものを交互に配置した多層は周知のように誘電鏡面層として働く。入射光束に対するようにパターン化した格子表面が設けてある。このような配置で比較的高い回折効率と硬くて信頼性のある層構造が得られるが、必要となる表面のパターン化は既に前に述べた同じような製造経費を与える。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

50

それ故、この発明の課題は、従来の技術の上記難点をなくし、特に簡単に製造でき、高い回折効果を保証する反射型位相格子を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題は、この発明により、高い屈折率と低い屈折率の交互に変わる多数の部分層（5，6）から成る第二層（II）が誘電鏡面層として形成されていることによって解決されている。

【0007】

この発明による他の有利な構成は、特許請求の範囲の従属請求項に記載されている。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、図面に示す実施例に基づきこの発明をより詳しく説明する。

図1に示すこの発明による反射型位相格子では、基板1を前提としてその上に複数の層を一定配置している。基板1の材料は機械的および電気的な負荷に対してできる限り安定となるように選択される。これには、熱膨張係数がほぼゼロであるゼロドール（Zerodur）が特に適している。代替りの基板材料として、石英、他の光学ガラス、インパールのような鋼、セラミックスあるいはシリコンが考えられる。温度による体積あるいは長さの変化に関する安定性は、特にこの発明による反射型位相格子を測定系に使用する場合、二つの物体の相対位置を高精度に検出するのに重要である。

【0009】

基板1の上には、互いに間隔を保って配置した異なる二つの装置I，IIが使用されている。両方の層I，IIは少なくとも入射する光の一部に対して反射作用を与える。以下では、入射光に対峙する最上層Iを第一層と、また基板1に対峙する層IIを第二層と記す。両方の層I，IIの間には、入射ビームに対してほぼ透明な間隔層2が使用されている。

【0010】

最上部の第一層Iは透過率と反射率が規則正しく交互に変わる領域（以後、これ等を線条と溝と記す）を有する振幅格子として形成されている。図示する実施例では、反射率の高い領域3.1，3.2，3.3，3.4を反射率の高い材料のほぼ平坦な線条の領域で形成している。これに適した材料としては、例えば厚さが30～50nmのクロムが考えられる。典型的な線幅は選んだ格子周期の約半分である。この代わりに、例えば金あるいは窒化チタンも反射領域3.1，3.2，3.3，3.4の材料である上記層Iの中に考えられる。

【0011】

反射率の高い領域3.1，3.2，3.3，3.4のそれぞれの間には、入射光束を第二層IIの方へ通過させる、つまり図示する実施例の場合、完全に透過させる第一層Iの領域4.1，4.2，4.3，4.4が配置されている。

製造技術上、この第一層Iは周知の光リソグラフィー法で比較的問題なく作製あるいはパターン化できる。格子構造をパターン化するこの種の光リソグラフィー法は、例えば既に引用した欧州特許第0160784号明細書により十分知られている。

【0012】

後で詳しく述べる間隔層2と基板1の間には、第一層Iの透明領域4.1，4.2，4.3，4.4あるいは溝を通過する光束の反射を主に与える第二層IIが配置されている。この場合、第二層IIは屈折率の高いものと低いものが交互に配置されている多数の部分層5，6から成る誘電鏡面層で構成されている。屈折率の高い部分層5の材料の屈折率は大体1.8と3.0の間にある。屈折率の低い部分層6に対して、屈折率が主に1.3と1.5の範囲にある材料を選ぶ。

【0013】

屈折率の高い部分層5の材料としては、例えばTa₂O₅やTiO₂も考えられる。屈折率の低い部分層6の材料としては、SiO₂あるいはMgF₂を選ぶことができる。

図示する実施例では、層集合体は第二層IIと屈折率の高い5つの部分層5を有し、屈折率の低い4つの部分層6が使用されている。一般的に、この発明による反射型位相格子の

10

20

30

40

50

第二層に対して部分層の対の数は大体 4 と 7 の間にある。5 以上の部分層の対では、比較的一定の反射能を期待できる。つまり、部分層の対の数を高めても第二層 II の反射能に関して著しい改善が得られないことを意味する。

【0014】

第二層 II の反射作用を望ましい最適にするには、例えば望ましい垂直入射に対して層の膜厚 d を下記の関係式、

$$d = \lambda / 4n$$

に従って選ぶように、屈折率 n の部分層 5, 6 の厚さを入射光の波長 λ に対して合わせる。従って、波長 $\lambda = 670 \text{ nm}$ の光と SiO_2 の層 ($n = 1.45$) を使用する場合、垂直に入射の下で膜厚は $d = 116 \text{ nm}$ となる。垂直入射でない場合には、上記関係式の分母に補正係数 $\cos \theta_i$ が付き、 θ_i 対応する層への垂線に対する屈折角である。

10

【0015】

上に説明した寸法の規則により、当然、屈折率の異なる部分層 5, 6 に対して異なる膜厚が生じる。つまり、屈折率の高い部分層 5 は屈折率の低い部分層 6 より薄い。

既に説明したように、第二層 II は入射ビームをほぼ完全に反射する。更に、誘電鏡面層 II が十分硬質であるため、隣接する基板 I の上と間隔層 2 への良好な付着を保証する点で有利である。この発明による反射型位相格子全体が十分機械的な負荷可能特性を与える。

【0016】

二つの層 I, II の間に配置されている間隔層 2 は、図示する実施例の場合、第二層 II の屈折率の低い部分層 6 を形成する材料で同じように作製される。間隔層 2 の膜厚 d_A を適当に選ぶと、異なった反射面から反射する部分ビーム束の望ましく生じる位相のずれを規定通りに調整できる。間隔層 2 に対して SiO_2 をまた波長 $\lambda = 670 \text{ nm}$ の波長のビームを使用する場合、膜厚は 0 nm と 200 nm の間にある。膜厚 $d_A = 0$ の特別な場合には、誘電層集合体の最上層はほぼ間隔層として機能する。

20

【0017】

それぞれの要請に関する膜厚 d_A を最適化することは、それぞれ適当な種々の方法で行われる。

更に、この発明による反射型位相格子では、第一層 I に保護膜を設け、そのようにして機械的な負荷特性を改善されていると、有利である。この種の保護膜の材料としては、例えば SiO_2 が考えられる。この SiO_2 は約 100 nm の厚さで付けてある。とはいえ、図 1 に示す実施例には保護膜が付けてない。

30

【0018】

既に上に説明したように、この発明による反射型位相格子は、例えば欧州特許第 0 387 520 号明細書から知られているように、干渉動作する位置測定装置に使用される。この場合、反射型位相格子は、図 1 にも対応する矢印で示すように、所謂リトロウ (Littrow) 装置に主として使用される。つまり、 -1 次の回折次数の回折角は入射光の入射角に等しい。

【0019】

しかし、更に高い機械的な安定性およびできる限り簡単な製造も求められている他の利用分野も可能である。

40

【0020】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明による反射型位相格子の構成により、一方で下部層の望ましい高い反射率と、その上にある層との良好な付着性を保証する。他方で同時に、パターン化処理に関連して最上層で通常生じる問題を最小にすることが保証される。つまり、この場合、経費のかかる表面に深さ方向のパターン化が不要であり、むしろほぼ平坦なパターンを形成することができ、これは製造技術上著しい経費を低減している。これには周知のマスク技術を採用できる。

【図面の簡単な説明】

50

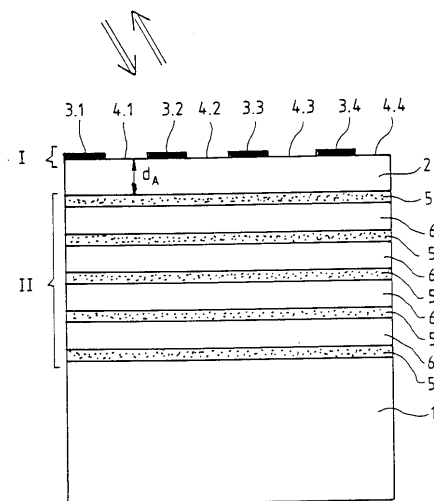
【図 1】 この発明による反射型位相格子の実施例を示す模式的な断面図である。

【符号の説明】

- | | |
|--------------------|-----------|
| 1 | 基板 |
| 2 | 間隔層 |
| 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 | 反射率の高い領域 |
| 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 | 透明領域 |
| 5 | 屈折率の高い部分層 |
| 6 | 屈折率の低い部分層 |
| I | 第一層 |
| II | 第二層 |
| d_A | 間隔層の膜厚 |

10

【図 1】



フロントページの続き

(74)代理人 100093919

弁理士 奥村 義道

(72)発明者 アンドレアス・フランツ

ドイツ連邦共和国、8 3 3 0 8 トロストベルク、ヘルツオーク - ルートウィッヒ - ストラーク、3 1

(72)発明者 エルヴィン・シュパンナー

ドイツ連邦共和国、8 3 2 7 8 トラウンシュタイン、フオルストマイエルストラーク、1 2

審査官 堀井 康司

(56)参考文献 特開昭60-225103(JP,A)

特開昭63-185101(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 5/18